

Docket No.: P2001,0378

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : ROBERT DEPTA ET AL.
Filed : CONCURRENTLY HERewith
Title : DATA RING AND METHOD FOR OPERATING DATA RINGS

CLAIM FOR PRIORITY

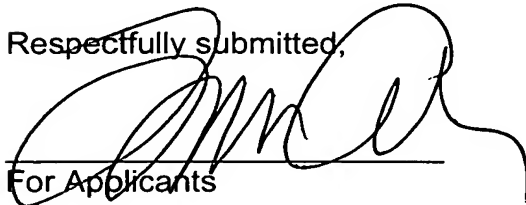
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 27 286.3, filed June 5, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,


For Applicants

LAURENCE A. GREENBERG
REG. NO. 29,308

Date: December 5, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 27 286.3

Anmeldetag: 05. Juni 2001

Anmelder/Inhaber: Fujitsu Siemens Computers GmbH,
München/DE

Bezeichnung: Datenring

IPC: G 06 F 13/40

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoiß

Beschreibung

Datenring

5 Die Erfindung betrifft einen Datenring mit mehreren abschaltbaren Knoten, an die Geräte anschließbar sind, die zur Kommunikation miteinander vorgesehen sind, wobei bei den Knoten Mittel zur Fehlerbehandlung vorgesehen sind, und einer Kontrollvorrichtung zur Überwachung und Ansteuerung der Knoten.

10

Solche Datenringe sind beispielsweise als HUB bekannt und arbeiten in einer besonders leistungsfähigen Variante nach dem Fibre-Channel-Standard. Die an die Knoten des Datenrings angeschlossenen Geräte können flexibel miteinander kommunizieren. Dabei werden Daten in den Datenring von einem Gerät eingebracht und von einem anderen Gerät, wenn es sich als das Bestimmungsgerät erkennt, ausgelesen.

15

Bei der Inbetriebnahme eines solchen Datenrings laufen unter anderem Initialisierungsprozesse ab, mit denen sich jedes Gerät in dem Datenring anmeldet und zugleich überprüft, welche anderen Geräte vorhanden sind, mit denen kommuniziert werden kann.

20

25 Die Knoten weisen bei Datenringen dieser Art Mittel zur Fehlerbehandlung auf, die die von dem Gerät gelieferten Daten überprüfen und erkennen können, wenn fehlerhafte Datensignale vorliegen. Dadurch wird erkannt, wenn ein Gerät fehlerhaft ist. Bei Auftreten eines Gerätefehlers wird durch die Mittel zur Fehlerbehandlung im Knoten ein sogenannter Bypass geschaltet, der das Gerät überbrückt. Es wird dann auch von Abschalten des Knotens gesprochen. Dadurch ist sichergestellt, daß nur fehlerfrei arbeitende Geräte in den Datenring aufgenommen sind und die Datenkommunikation stets fehlerfrei funktioniert.

30

35

Bei Fehlern, die vorübergehender Natur sein könnten oder die den gesamten Datenring betreffen, soll allerdings oft nicht eine sofortige Reaktion erfolgen. Wird ein Gerät in der oben beschriebenen Art und Weise abgeschaltet und durch Schalten eines Bypass' aus dem Datenring entfernt, ist dies für die anderen Knoten ein sehr kurzer Fehler, der in der Regel nicht zu einer Fehlerbehandlung führt. Daher kann es vorkommen, daß die anderen in den Datenring aufgenommenen Geräte keine Kenntnis davon erhalten, daß ein Knoten abgeschaltet wurde, und nachfolgend Daten in den Datenring eingebracht werden, die nicht von einem anderen Gerät verwertbar sind. Ein ordnungsgemäßer Betrieb ist dann nicht mehr möglich.

Andererseits tritt auch der Fall auf, daß ein zusätzliches Gerät an einen bis dahin abgeschalteten Knoten angeschlossen und der Knoten daraufhin zugeschaltet wird. Da das Gerät bei dem Initialisierungsprozeß des Datenringes und damit bei Inbetriebnahme des Datenringes noch nicht angeschlossen war, ist es für die anderen Geräte, die an die anderen Knoten angeschlossen sind, noch unbekannt und kann in vielen Fällen nicht bestimmungsgemäß genutzt werden.

Eine bekannte Möglichkeit zur Lösung des Problems besteht darin, daß die Kontrollvorrichtung die Knoten daraufhin überwacht, ob Geräte aus der Konfiguration entfernt oder angeschlossen werden, beziehungsweise ob Knoten zu- oder abgeschaltet werden. Durch ausreichend schnelle Algorithmen werden die anderen Knoten darüber informiert. Eine solche Lösung ist jedoch wenig flexibel und funktioniert zumindest dann nicht, wenn statt eines Gerätes ein weiterer Datenring angeschlossen wird. In einer solchen verketteten Datenringkonfiguration hat die Kontrollvorrichtung keine Verbindung zu den Knoten des zusätzlich angeschlossenen Datenringes, so daß eine punktuelle, von einer einheitlichen Logik ausgehende Überwachung bzw. Ansteuerung der dort angeschlossenen Geräte nicht möglich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Datenring anzugeben, bei dem bei Entfernen und Hinzufügen von Geräten sichergestellt ist, daß die anderen Knoten beziehungsweise Geräte zuverlässig darüber Kenntnis erhalten, wobei eine solche Lösung flexibel sein soll und auch bei verketteten Datenringen einsetzbar sein muß.

Diese Aufgabe wird durch einen Datenring der eingangs genannten Art gelöst, der dadurch gekennzeichnet ist, daß in dem Datenring ein durch die Kontrollvorrichtung zuschaltbarer Zusatzknoten vorgesehen ist, durch den gezielt ein Fehlerzustand bei anderen Knoten auslösbar ist.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Datenringes liegt darin, daß auch kurze Fehler bei einem der Knoten dazu führen, daß die anderen Knoten einen Fehler erkennen und in der Folge eine Neuinitialisierung oder eine andere Fehlerbehandlungsroutine ausführen können, da durch den zuschaltbaren Zusatzknoten ein Fehlerzustand erzeugbar ist, dessen Dauer ausreicht, um bei den anderen Knoten eine Fehlerbehandlungsroutine auszulösen, die das Abschalten beziehungsweise das Zuschalten von Knoten erkennt.

Durch die gezielte Herstellung eines Fehlerzustandes werden also Fehlerbehandlungsroutinen ausgelöst, die standardmäßig vorgesehen sind und die dem Knoten Kenntnis über den Ausfall eines anderen fehlerhaften Knotens beziehungsweise über das Hinzukommen eines weiteren neuen Knotens verschaffen.

In einer bevorzugten Ausführung handelt es sich um einen Fibre-Channel-Datenring, in dem also ein serieller Datenverkehr erfolgt mit einem Protokoll, nach dem Synchronisationssignale vorgesehen sind. Ein Fehlerzustand bei den anderen Knoten ist dann dadurch herstellbar, daß durch den Zusatzknoten die Übertragung der Synchronisationssignale gestört wird und dadurch bei den anderen Knoten ein Synchronisationsfehler aus-

gelöst wird. Insbesondere setzt sich dieser erzeugte Fehlerzustand in verketteten Datenringen fort.

Bei einem Verfahren zum Betrieb eines erfindungsgemäßen Datenrings besteht der Vorteil darin, daß in wenigen und einfachen Verfahrensschritten ein optimaler Betrieb eines Datenrings sichergestellt ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

- 15 Figur 1 einen Datenring nach dem Stand der Technik,
- Figur 2 einen erfindungsgemäßen Datenring als Fibre-Channel-HUB,
- 20 Figur 3 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens als Diagramm und
- Figur 4 einen erfindungsgemäßen Datenring in einer verketteten Konfiguration.

25 In der Figur 1 ist ein Fibre-Channel-HUB 1 dargestellt. Dieser weist einen Datenring 3 auf, der drei Knoten N0, N1 und N2 besitzt. An die Knoten ist jeweils ein Fibre-Channel-Gerät FC01, FC02 und FC03 angeschlossen. Außerdem ist eine Kontrollvorrichtung 5 vorgesehen, die die Knoten N0, N1 und N2 überwacht und durch die die Knoten N0, N1 und N2 ansteuerbar sind. Wenn die Geräte einwandfrei arbeiten, leiten die Knoten den Datenverkehr im Datenring 3 jeweils über die Geräte, was durch die gestrichelte Linie innerhalb der Knoten N0, N1 und N2 angedeutet ist. Die Knoten N0, N1 und N2 sind dann zugschaltet.

Wenn an einen Knoten kein Gerät angeschlossen ist, sind die Anschlüsse für ein Gerät durch einen Bypass überbrückt, was ebenfalls durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist. Der Knoten ist also abgeschaltet. Gleiches geschieht, wenn die

5 durch einen Knoten von einem Gerät empfangenen Datensignale fehlerhaft sind. Die Mittel zur Fehlerbehandlung des Knotens erkennen dies und schaltet einen Bypass zu dem Gerät, so daß der Knoten abgeschaltet ist. Die Knoten N0, N1 und N2 können dabei so ausgestattet sein, daß die Schaltung eines Bypass

10 gesteuert durch Mittel zur Fehlerbehandlung automatisch erfolgt oder aber zunächst das fehlerhafte Verhalten des Gerätes an die Kontrollvorrichtung 5 gemeldet wird und diese anschließend an den entsprechenden Knoten den Befehl zum Abschalten gibt.

15

Bei der Inbetriebnahme eines solchen Datenringes wird durch die einzelnen Knoten N0, N1 und N2 jeweils eine Initialisierungsprozedur, die sogenannte Loop Initialisation Procedure (LIP) durchgeführt. Dadurch ist den einzelnen Knoten N0, N1

20 und N2 bekannt, welche anderen Knoten zu dem Datenring 3 zugeschaltet und welche Geräte daran angeschlossen sind. Wenn im Beispiel von der Figur 1 das Fibre-Channel-Gerät FC01, das an den Knoten N0 angeschlossen ist, Daten an das Fibre-Channel-Gerät FC03 übermitteln will, das an den Knoten N2 angeschlossen ist, so werden die zu übermittelnden Daten entsprechend gekennzeichnet und in den Datenring 3 eingebracht. Das Fibre-Channel-Gerät FC02, das an den Knoten N1 angeschlossen ist, erkennt, daß die Daten nicht für es bestimmt sind und läßt die Daten unverändert passieren. Das Fibre-

25 Channel-Gerät FC03, für das die Daten bestimmt sind, erkennt nun, daß die Daten für es bestimmt sind und liest sie aus dem Datenring 3 aus.

Bei dem Ausfall des Gerätes FC03 besteht nun das Problem, daß

35 der Knoten N2 einen Bypass schaltet und die Daten so weiter im Datenring 3 zirkulieren. Ohne weitere Maßnahmen würden auf diese Weise immer mehr Daten in den Datenring 3 eingebracht

werden, ohne daß diese Daten aus dem Datenring 3 auch wieder herausgenommen werden. Daher ist es notwendig, daß die anderen Geräte FC01 und FC02 informiert werden, daß das Gerät FC03 ausgefallen ist. In einer kleiner Anordnung, wie sie in
5 der Figur 1 dargestellt ist, kann dies über die Kontrollvorrichtung 5 erfolgen. Allerdings ist eine solche Lösung, wie eingangs angegeben, nicht flexibel, da bei einer veränderten Konfiguration eine einfache Anpassung nicht möglich ist.

10 In der Figur 2 ist ein Datenring nach der Erfindung dargestellt. Auch hierbei handelt es sich um einen Fibre-Channel-HUB 1 mit einem Datenring 3. Der Datenring 3 besitzt einen zusätzlichen Knoten, den Zusatzknoten 6. An diesem ist nicht ein Fibre-Channel-Gerät 4 wie an die anderen Knoten 2 angeschlossen,
15 sondern eine spezielle Schaltungsanordnung 7, die ein nicht Fibre-Channel-konformes Signal erzeugt. Während der Bypass der Knoten 2 bei einem angeschlossenen Gerät 4 geöffnet ist, ist der Bypass des Zusatzknotens 6, gesteuert von der Kontrollvorrichtung 5, im Normalfall geschlossen, so daß
20 die Daten in den Datenring 3 nicht über die Schaltungsanordnung 7, die an den Knoten 6 angeschlossen ist, geführt werden. Der Zusatzknoten 6 ist ebenfalls durch die Kontrollvorrichtung 5 ansteuerbar.

25 Falls nun in einem der anderen Knoten 2 ein fehlerhaftes Signal von dem daran angeschlossenen Gerät 4 festgestellt wird, erfolgt, wie bereits beschrieben, eine Schließung des Bypass' und der Knoten und mit ihm das Gerät 4 sind abgeschaltet. Die Kontrollvorrichtung 5 hat nun Kenntnis über das Abschalten
30 des Knotens. In einer ersten Phase der Fehlerbehandlung wird der Zusatzknoten 6 zugeschaltet. Dadurch läuft der Datenverkehr des Datenrings 3 über die zusätzliche Schaltungsanordnung 7. In einer zweiten Phase der Fehlerbehandlung wird nun bei den anderen Knoten 2 erzwungen, daß diese Knoten sich
35 nicht abschalten, sondern in dem Datenring 3 gehalten werden. Gleichzeitig erzeugt die Schaltungsanordnung 7 ein fehlerhaftes, das heißt nicht Fibre-Channel-konformes Signal, das in

den Datenring 3 eingespeist wird. Im Fall der Verwendung des Fibre-Channel-Protokolls, wie er hier beschrieben wird, werden die Synchronisationssignale gestört. In den intakten Knoten 2 führt dies dazu, daß ein sogenannter "loss-of-sync"-

5 Fehler festgestellt wird. Gemäß den Gerätespezifikationen von Knotenbausteinen wird, wenn ein loss-of-sync-Fehler für eine bestimmte Mindestdauer anliegt, eine Neuinitialisierung, die sogenannte "Loop Initialisation Procedure" (LIP), ausgelöst. Da der Fehler bei allen Knoten auftritt wird, wie bei der In-

10 betriebsnahme des Datenrings, durch alle intakten Knoten 2 festgestellt, welche anderen Geräte momentan in den Datenring 3 aufgenommen sind. Dabei wird erkannt, welches der Geräte 4 beziehungsweise welcher zugehörige Knoten 2 defekt und das Gerät somit nicht mehr adressierbar ist.

15

Wenn diese Fehlerbehandlungsphase abgeschlossen wird, wird in einer dritten Fehlerbehandlungsphase der fehlerhafte Knoten endgültig aus dem Datenring 3 entfernt und es ist im folgenden wieder ein fehlerfreier Betrieb des Datenrings möglich.

20

Der Ablauf des Vorgehens bei Auftreten eines Fehlers ist in der Figur 3 nochmals anhand eines Diagramms übersichtlich dargestellt. In einer bevorzugten praktischen Ausführung eines erfindungsgemäßen Datenrings beziehungsweise eines erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Aufnahme des Zusatzknotens innerhalb von 1 ms. Die zweite Phase, in der alle Geräte im Datenring erhalten werden und gleichzeitig durch den Zusatzknoten ein fehlerhaftes Signal in der Fibre-Channel-Konvention erzeugt wird, dauert 108 ms. Für die dritte Phase,

25 in der der fehlerhafte Knoten aus dem Datenring entfernt, also abgeschaltet wird, ist eine Dauer von 177 ms vorgesehen. Dadurch wird man den Knotenbausteinen gerecht, die typischerweise nach 100 ms eines loss-of-sync-Fehlers eine Loop Initialisation Procedure durchführen. Die dritte Phase verhindert bei einer Verkettung der gleich arbeitenden HUBs einen

30 totalen Stillstand des gemeinsamen Datenringes.

35

Anhand der Figur 4 wird deutlich, wie ein erfindungsgemäßer Datenring in einer verketteten Konfiguration eingesetzt werden kann. Insbesondere wird deutlich, welche Vorteile bezüglich der Flexibilität die erfindungsgemäße Lösung bietet gegenüber einer Steuerung über die Kontrollvorrichtung.

Im oberen Teil der Figur 4 ist ein HUB 1 mit einem erfindungsgemäßen Datenring 3 gezeigt, wie er bereits anhand der Figur 2 beschrieben wurde. Eines der Geräte 4 wurde weggelassen und stattdessen ein zweiter HUB 12 angeschlossen, der konventionell gemäß der Figur 1 aufgebaut ist. Auch an dem zweiten HUB 12 sind Fibre-Channel-Geräte 11 angeschlossen. Falls nun bei einem der Geräte 4, die an dem ersten HUB 1 angeschlossen sind, ein Fehler auftritt, so könnte, wie eingangs beschrieben, auch eine Fehlerbehandlungsroutine unter Verwendung der Kontrollvorrichtung 5 eingesetzt werden. In einer verketteten Konfiguration, wie sie in der Figur 4 dargestellt ist, hat die Kontrollvorrichtung 5 des ersten HUBs 1 jedoch keine Möglichkeit, den Betriebszustand der Knoten 2 beziehungsweise der daran angeschlossenen Geräte 11 des zweiten HUBs 12 zu kontrollieren und zu beeinflussen. Bei Datenringen nach dem Stand der Technik bestünde also für den HUB 1 keine Möglichkeit, eine Loop Initialisation Procedure der Knoten 2 im zweiten HUB 12 anzustoßen.

Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Datenrings 3 des HUBs 1, wie sie anhand von Figur 3 beschrieben wurde, setzt sich das durch den Zusatzknoten 6 erzeugte fehlerhafte, das heißt nicht Fibre-Channel-konforme Signal fort und erreicht damit auch den zweiten HUB 12 und die daran angeschlossenen Knoten 2 und Geräte 11. Auch hier tritt jetzt ein loss-of-sync-Fehler auf, der nach einer gewissen Zeitdauer zu einer Loop Initialisation Procedure führt. Sobald ein Fehler erkannt wurde wird auch hier ein Zusatzknoten 6 mit der daran angeschlossenen speziellen Schaltungsanordnung 7 aktiviert und die Knoten 2 in dem Datenring gehalten, da sonst bei Auftreten eines Fehlers eine automatische Abschaltung der Knoten

erfolgen würde. Da bei Fibre-Channel-Knoten eine Loop Initialisation Procedure immer vorgesehen ist, kann ein erfindungsgemäßer Datenring mit beliebigen anderen Fibre-Channel-Datenringen gekoppelt werden, die nach der Erfindung ausgestaltet sind, so daß sich die erfindungsgemäßen Vorteile auch auf diese Datenringe erstrecken. Eine zusätzliche, den Datenringen übergeordnete Kontrollvorrichtung, die Informationen über das Zu- und Abschalten an angeschlossene Datenringe weitergibt, ist nicht erforderlich.

Patentansprüche

1. Datenring mit

- mehreren abschaltbaren Knoten (2), an die Geräte (4) anschließbar sind, die zur Kommunikation miteinander vorgesehen sind, wobei bei den Knoten Mittel zur Fehlerbehandlung vorgesehen sind, und
- einer Kontrollvorrichtung (5) zur Überwachung und Ansteuerung der Knoten (2),

dadurch gekennzeichnet, daß in dem Datenring (1) ein durch die Kontrollvorrichtung (5) zuschaltbarer Zusatzknoten (6) vorgesehen ist, durch den gezielt ein Fehlerzustand bei anderen Knoten (2) herstellbar ist.

15

2. Datenring nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß über den Datenring (3) ein serieller Datenverkehr erfolgt mit einem Protokoll, nach dem Synchronisationssignale vorgesehen sind.

20

3. Datenring nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß der Aufbau des Zusatzknotens (6) dem der anderen Knoten (2) entspricht und daß als Gerät eine Schaltungsanordnung (7) angeschlossen ist, die ein nicht dem Protokoll entsprechendes Signal erzeugt.

25

4. Datenring nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß es sich um einen Fibre-Channel-Datenring handelt.

30

5. Datenring nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, daß durch den Zusatzknoten (6) die Übertragung der Synchronisationssignale gestört wird und dadurch bei den anderen Knoten (2) ein Synchronisationsfehler ausgelöst wird.

35

6. Datenring nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

bei den Knoten (2) bei Auftreten eines Synchronisations- oder

5 eines anderen Datenringfehlers die Durchführung einer Neuinitialisierung vorgesehen ist.

7. Datenring nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

10 während der Herstellung des Fehlerzustandes bei den anderen

Knoten (2) diese in dem Datenring (3) durch die Kontrollvorrichtung (5) gehalten werden.

8. Verfahren zum Betrieb eines Datenrings mit

15 - mehreren abschaltbaren Knoten (2), an die Geräte (4) anschließbar sind, die zur Kommunikation miteinander vorgesehen sind, und

- einer Kontrollvorrichtung (5) zur Überwachung und Ansteuerung der Knoten (2) und

20 - einem Zusatzknoten (6), der ebenfalls durch die Kontrollvorrichtung (5) ansteuerbar ist und durch den gezielt ein Fehlerzustand bei anderen Knoten (2) herstellbar ist

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

25 - in einem ersten Verfahrensschritt nach Abschalten oder Zuschalten eines Knotens der Zusatzknoten (6) durch die Kontrollvorrichtung (5) zugeschaltet wird,

- in einem zweiten Verfahrensschritt ein Fehlerzustand bei anderen Knoten hergestellt wird und gleichzeitig die anderen Knoten in den Datenring (3) gehalten werden und

30 - in einem dritten Verfahrensschritt der ursprünglich fehlerhafte Knoten aus dem Datenring (3) entfernt wird.

Zusammenfassung

Datenring

- 5 Die Erfindung betrifft einen Datenring mit mehreren abschaltbaren Knoten (2), an die Geräte (4) anschließbar sind, die zur Kommunikation miteinander vorgesehen sind, und einer Kontrollvorrichtung (5) zur Überwachung und Ansteuerung der Knoten. Der erfindungsgemäße Datenring ist dadurch gekennzeichnet, daß in dem Datenring (3) ein durch die Kontrollvorrichtung zuschaltbarer Zusatzknoten (6) vorgesehen ist, durch den gezielt ein Fehlerzustand bei anderen Knoten (2) herstellbar ist.
- 10
- 15 Durch die gezielte Herstellung eines definierten Fehlerzustandes in dem Datenring und die definierte Fortpflanzung dieses definierten Fehlerzustandes in verkettete Datenringe werden bei allen Knoten Zustände erzeugt, die bestimmungsgemäß Fehlerbehandlungsroutinen an den an die Knoten angeschlossenen Geräten auslösen, die standardmäßig vorgesehen sind und die dem Geräte an dem Knoten Kenntnis über den Ausfall des fehlerhaften Knotens verschaffen beziehungsweise über das Hinzukommen eines neuen Gerätes an einem Knoten.
- 20

25

Figur 2

Bezugszeichenliste

	1	HUB
	2	Knoten
5	3	Datenring
	4	Fibre-Channel-Gerät
	5	Kontrollvorrichtung
	6	Zusatzknoten
	7	Schaltungsanordnung
10	11	Fibre-Channel-Gerät
	12	zweiter HUB
	FC01	erstes Fibre-Channel-Gerät
	FC02	zweites Fibre-Channel-Gerät
	FC03	drittes Fibre-Channel-Gerät
15	N0	erster Knoten
	N1	zweiter Knoten
	N3	dritter Knoten

FIG 1

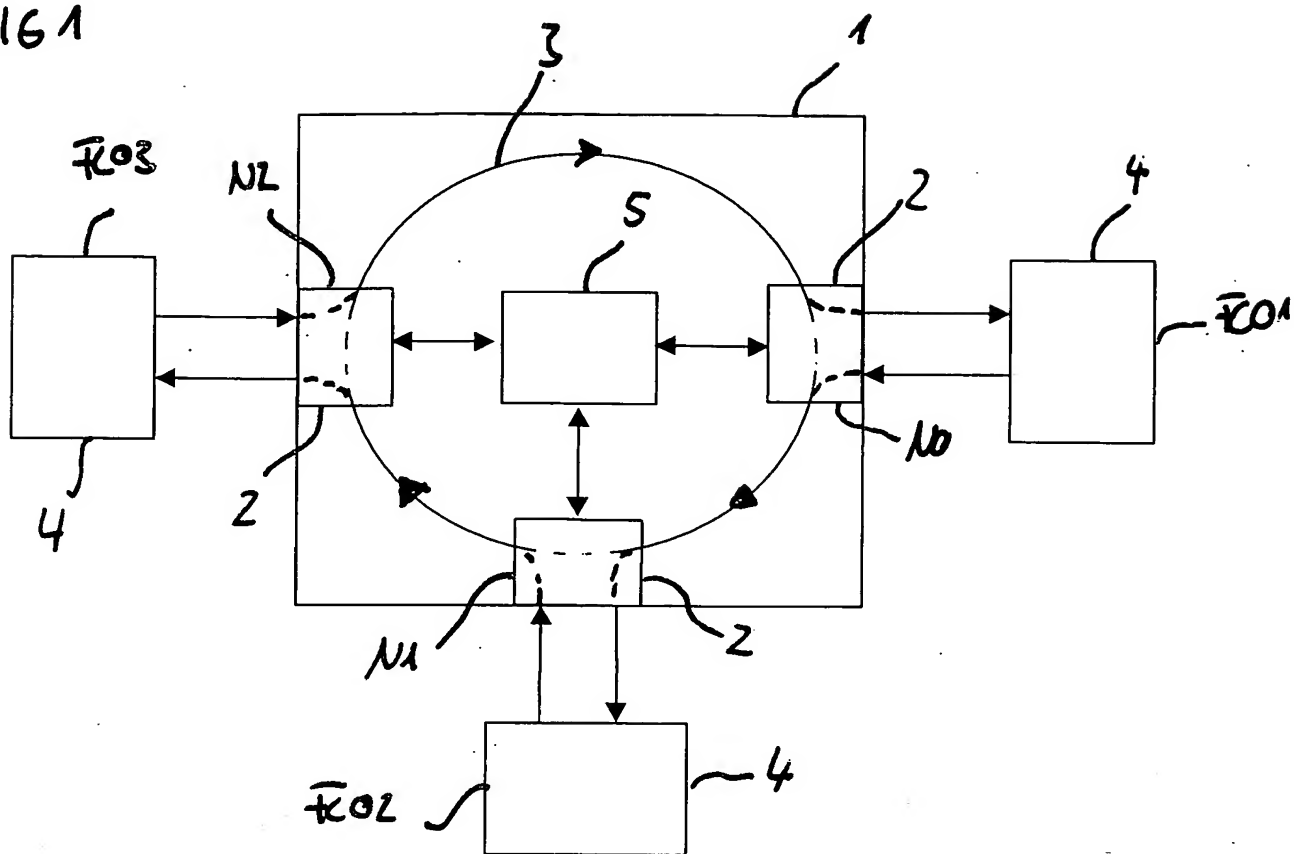


FIG 2

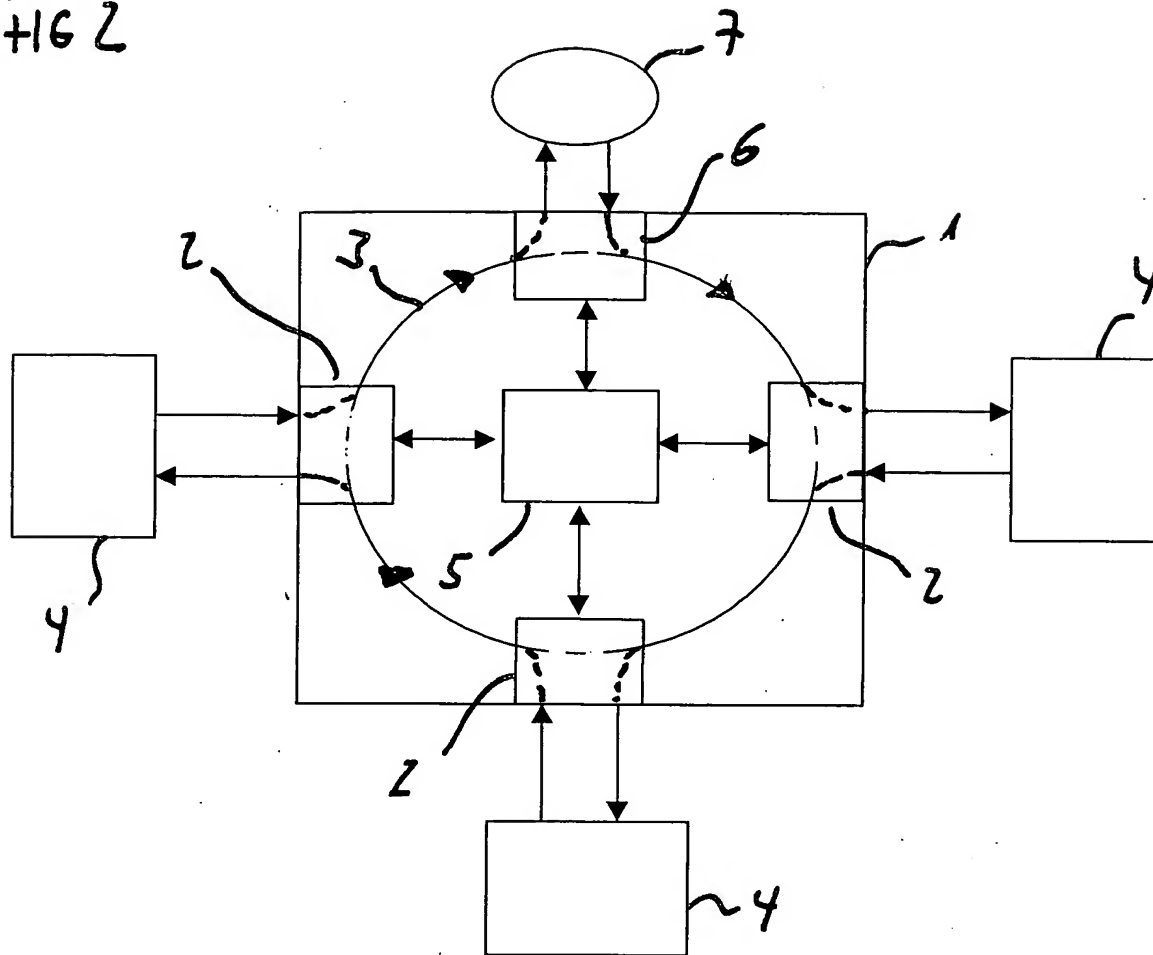


FIG 3

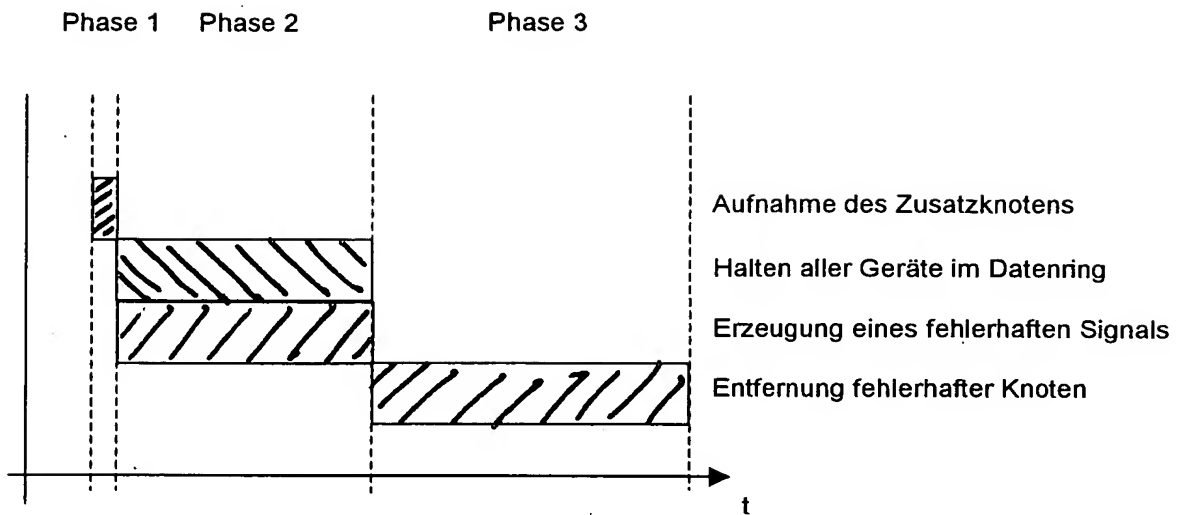


FIG 4

